



# AUSLEGESCHRIFT

## 1 164 102

Internat. Kl.: C 22 c

Deutsche Kl.: 40 b - 1/08

Nummer: 1 164 102  
 Aktenzeichen: B 43939 VI a / 40 b  
 Anmeldetag: 16. März 1957  
 Auslegetag: 27. Februar 1964

## 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, das eine rasche und billige Herstellung von Metallschaumkörpern ermöglicht. Es ist schon früher vorgeschlagen worden, Metallschaumkörper herzustellen. Bei einem in den USA.-Patentschriften 2 434 775 und 2 553 016 angegebenen Verfahren werden für die Herstellung von Metallschaumkörpern Metallgemische verwendet, die ein oder mehrere schwerflüchtige Metalle und ein leichtflüchtiges Metall enthalten; bei den angegebenen Mischungen sind Zink, Quecksilber und Cadmium die leichtflüchtigen Metalle.

Bei dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung mischt man dagegen intensiv einen in der Hitze unter Gasbildung zerfallenden Stoff in ein geschmolzenes Metall ein, erhitzt die Mischung, so daß Metallschaum gebildet wird, und kühlt dann die Mischung, so daß ein Metallschaumkörper erhalten wird. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die intensive Vermischung des geschmolzenen Metalls mit einem geeigneten gasbildenden Stoff in einem ersten Raum während so kurzer Zeit oder bei so hohem Druck oder bei so niedriger Temperatur vorgenommen wird, daß noch keine wesentliche Gasbildung auftritt, worauf die Mischung in eine zweite Anordnung überführt wird, in der durch entsprechende Verweildauer oder Druckerniedrigung oder Temperaturerhöhung die eigentliche Schaumbildung vor sich geht, wonach anschließend rasch gekühlt wird.

Die Erfindung wird im einzelnen mit Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben, in der

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Block von Metallschaum gemäß der Erfindung zeigt,

Fig. 2 ein Querschnitt einer Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens ist,

Fig. 3 ein Längsschnitt einer anderen Vorrichtung zur Ausübung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist und

Fig. 4 einen Querschnitt des Düsenendes der Vorrichtung nach Fig. 3 mit einer Induktionserhitzungsschlinge zeigt.

Der Block oder Körper 10 gemäß Fig. 1 besteht im wesentlichen aus Metall 11 mit darin verteilten Blasen 12 eines Gases, wobei der Block kleine Teilchen 13 eines festen Stoffes, vorzugsweise eines Metalls, enthält. Während diese kleinen Teilchen, wie in der Zeichnung gezeigt, vorzugsweise makroskopische Größe haben, können sie in gewissen Fällen in molekularer Größe dispergiert sein, so daß sie ein homogener Teil des Grundmetalls werden.

Bei der Ausübung des Verfahrens gemäß der Erfindung wird ein fester Stoff, der sich bei Erhitzung

### Verfahren zur Herstellung von Metallschaumkörpern

Anmelder:

Lor Corporation, Enid, Okla. (V. St. A.)

Vertreter:

Dipl.-Ing. Dr. jur. A. Welling  
 und Dipl.-Ing. L. Welling, Patentanwälte,  
 Köln, Lothringerstr. 81

Als Erfinder benannt:

John C. Elliott, Anaheim, Calif. (V. St. A.)

Beanspruchte Priorität:

V. St. v. Amerika vom 19. März 1956  
 (Nr. 572 423)

## 2

unter Gasbildung zersetzt, mit einem geschmolzenen Metall in der Weise gemischt, daß der feste Stoff durch das Metall benetzt wird.

Das Mischen kann bei einer Temperatur ausgeführt werden, die unter der Zersetzungstemperatur des gasbildenden festen Stoffes liegt, in welchem Fall entweder die Temperatur erhöht oder der Druck in der Anlage herabgesetzt wird, damit Gas frei wird und Schäumung auftritt, oder der Stoff wird in dem geschmolzenen Metall bei einer Temperatur gemahlen, bei der Zersetzung eintritt. Der erhaltene Schaum von geschmolzenem Metall wird rasch abgekühlt, ehe der Schaum wieder zergeht, wodurch man festen Metallschaum mit geschlossenen Zellen, wie in Fig. 1 gezeigt, erhält.

Es ist wünschenswert, daß der gasbildende Stoff bei einer Temperatur zerfällt, die mit dem Schmelzpunkt des Grundmetalls zusammenfällt oder ihn nur etwas übersteigt, damit der Schaum rasch zum Erstarren gebracht werden kann, ehe er wieder zergehen kann. Dies kann man durch geeignete Wahl des gasbildenden Stoffes und des Metalls erzielen oder durch Einstellung des Drucks. Eine Maßnahme zur Erzielung dieses Resultats besteht darin, daß der gasbildende Stoff einem Metall zugesetzt wird, welches bei einer Temperatur unter der Zerfallstemperatur des Stoffes schmilzt, daß der Stoff mit dem geschmolzenen Metall gemahlen wird, um eine enge Berührung mit dem geschmolzenen Metall und Benetzung durch dieses zu erzielen, und daß der Mischung ein anderes

409 510/433

BEST AVAILABLE COPY

geschmolzenes, mit der Mischung verträgliches Metall zugesetzt wird, dessen Schmelzpunkt etwas über der Zerfallstemperatur des festen Stoffes liegt, wodurch bei der Vermischung der geschmolzenen Bestandteile Zerfall und Schäumung bei einer Temperatur eintreten, die nur unbedeutend über der Erstarrungstemperatur der geschmolzenen Mischung liegt. Ein anderes Verfahren besteht darin, daß der Gasbildner einem geschmolzenen Metall unter solchem Druck zersetzt wird, daß kein Zerfall eintritt, daß die Temperatur nur etwas über der Erstarrungstemperatur gehalten wird, und daß der Druck danach entlastet wird.

Der gasbildende Stoff ist vorzugsweise eine durch Erhitzung zersetzbare Verbindung, die ein Metall solcher Art enthält, daß es sich mit dem Metall, dem der Gasbildner zugesetzt ist, legiert, wodurch beim Zerfall des Stoffes in Gas und Metall das Letztere sich mit dem Grundmetall legiert. Diese Legierungswirkung beschleunigt den Zerfall und führt zu schnellerer Bildung des Metallschaums; außerdem kann sie zu einer Erstarrung oder Härtung der Schaumwände führen, was deren vorzeitigem Zusammensinken entgegenwirkt.

Hervorragende Ergebnisse erzielt man durch Mischung des Hydrid-Schmelzmetall-Gemisches mit dem zweiten Schmelzmetall, ohne daß das Hydrid-Schmelzmetall-Gemisch Gelegenheit zum Erstarren erhält, ehe es dem anderen Schmelzmetall zugesetzt wird. Dieses Mischen der beiden Substanzen ohne vorhergehende Erhärtung des Hydridgemisches ergibt ein feineres Gefüge der Schaumlegierung, als es sonst erhältlich wäre. Man kann auf diese Weise auch ohne Schwierigkeit einen Gehalt von 25% oder mehr Hydrid in dem Metall erzielen.

Es ist wichtig, daß der gasbildende Stoff dazu gebracht wird, das Grundmetall, dem er zugesetzt wird, zu benetzen. Es hat sich gezeigt, daß diese Benetzungswirkung durch Mahlen des gasbildenden Stoffes in dem geschmolzenen Metall zu erzielen ist. Die Leichtigkeit, mit der die Benetzung erzielt wird, ist auch abhängig von der Wahl des gasbildenden Stoffes und des geschmolzenen Metalls, dem er zugesetzt wird. Gute Benetzung und besonders gute Eigenschaften bezüglich der Festigkeit und geringen Dichte der hergestellten Metallschaumerzeugnisse wurden z. B. durch Einmahlen von pulverförmigem Titanhydrid ( $TiH_2$ ) in geschmolzenes Aluminium, Magnesium oder Aluminium-Magnesium-Legierungen erzielt und ebenso durch Einmahlen von Zirkoniumhydrid ( $ZrH_2$ ) in Aluminium-Magnesium-Legierungen mit Gehalten von 93% Aluminium bis 80% Magnesium. Die Verwendung von Titan- oder Zirkoniumhydriden mit Aluminium-Magnesium im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens hat weiterhin den Vorteil, daß die Kornstruktur der Legierung verbessert wird. Es war sogar möglich, 100%iges Aluminium in Schaumform zu überführen, wie im Beispiel III, unten gezeigt wird, und in gleicher Weise 100%iges Magnesium. Für das letztgenannte Metall ist eine neutrale Atmosphäre von größter Bedeutung zur Verhinderung der Entzündung.

Man kann andere Gasbildner und andere Metalle verwenden, wobei jedoch in gewissen Fällen nachdrücklicheres Mahlen notwendig sein kann, um die zur Erzielung guter Ergebnisse notwendige Benetzung zustande zu bringen; auch können Druckänderungen erforderlich sein zur Erzielung der bevorzugten schnell-

len Zersetzung bei Temperaturen nahe dem Schmelzpunkt des Grundmetalls. Man kann z. B. Bariumhydrid, Lithiumhydrid oder Lithiumaluminiumhydrid als Gasbildner verwenden, indem man einfach den Druck erhöht, um die Zersetzung zu verhindern, ehe das Metall, dem das Hydrid zugesetzt wurde, geschmolzen ist. So kann man pulverförmiges Lithiumaluminiumhydrid einer eutektischen Aluminium-Magnesium-Legierung zusetzen und es darin bei einem Druck von 10 Atmosphären mahlen, während die Temperatur etwas über dem Erstarrungspunkt gehalten wird, worauf dann der Druck abgelassen wird zur Herbeiführung einer schnellen Zersetzung des Hydrids und plötzlicher Schaumbildung. Man muß sich der Tatsache bewußt sein, daß die Zersetzung auch einem Zeitfaktor unterworfen ist, so daß bei schnellem Arbeiten auch ohne Druckregelung ein gasbildendes Mittel zur Erzielung von Schaum angewandt werden kann, während die Arbeitstemperatur bis zu 350° C oder mehr über der Temperatur liegt, bei der die Zersetzung beginnt. Dies ist von Bedeutung wenn man die Verwendung der folgenden verschiedenen Gasbildner zum Zweck der Schaumerzeugung erwägt:

## Zersetzungspunkt

Aluminiumsulfat .....	770° C
Calciumcarbonat .....	825° C
Zinksulfat .....	740° C
Bariumhydroxyd .....	100° C
Kupferphthalocyanin .....	etwa 425° C
Polymethylsiloxan .....	etwa 450° C
o-Tolylphosphat .....	etwa 420° C
Alizarin .....	über 430° C
Tetraphenylmethan .....	über 435° C
Chrysen .....	über 450° C
Picen .....	über 450° C
Di-2-naphthylamin .....	über 470° C
Oxamid .....	419° C
1-Methylharnsäure .....	400° C
Natriumbenzolsulfonat .....	450° C
Indanthren .....	470° C

Andere Gasbildner außer Metallhydriden und den anderen oben aufgezählten Stoffen sind anwendbar, vorzugsweise solche, die ohne Schwierigkeit das Grundmetall benetzen und die sich bei normalem Atmosphärendruck und einer Temperatur die nur einige wenige Grade über dem Schmelzpunkt des Metalls liegt, zersetzen, wobei jedoch, wie oben hervorgehoben, auch Verbindungen mit höheren Zersetzungstemperaturen verwendet werden können. Beispiele anderer geeigneter gasbildender Verbindungen sind Kupferphthalocyanin, organische Siliziumderivate und andere Siliziumverbindungen, die in der Hitze zerfallen.

Die Menge des gasbildenden Stoffes kann sehr verschieden sein, je nach dem gewünschten Grad der Schäumung und Dichte des Enderzeugnisses. Leichtmetallschaum mit besonders zufriedenstellenden Eigenschaften in bezug auf hohe Festigkeit und geringe Dichte wurde unter Verwendung von 8 bis 10% Hydrid, bezogen auf das Gewicht des Grundmetalls, hergestellt. Man kann jedoch Schaummetall mit 0,5% Hydrid und weniger herstellen. Im allgemeinen ist es nicht zweckmäßig, mehr als 50% Hydrid zu verwenden, und schon bei über 25% ist die Festigkeit

des Erzeugnisses bedeutend geringer, wobei sich außerdem eine gewisse Sprödigkeit geltend macht.

Die Temperatur des geschmolzenen Metalls wird während des Mischens und der Zersetzung des Hydrids vorzugsweise in der Nähe des Erstarrungspunktes gehalten, da eine höhere Temperatur schnellere und kräftigere Kühlung zum Erstarren des geschmolzenen Schaumes vor dem Entweichen des Gases erfordern würde und weil mit höherer Temperatur der Zerfall des Hydrids immer schneller erfolgt, wodurch die Gefahr nicht gleichmäßiger und allzu großer Gasräume hervorgerufen wird.

Der Gasbildner wird dem geschmolzenen Metall vorzugsweise in Pulverform zugesetzt. Die Teilchengröße ist nicht besonders bedeutungsvoll, abgesehen davon, daß kleinere Teilchen dank der größeren Oberfläche große Zerfallsgeschwindigkeit verursachen. Kleine Teilchen ergeben auch kleine Metallteilchen, die leichter in dem Grundmetall zu dispergieren und, soweit sie darin löslich sind, zu lösen sind.

Das Mahlen des festen Gasbildners in dem geschmolzenen Metall kann in verschiedener Weise erfolgen. Man kann eine Stahlwalze verwenden, die auf die Temperatur des umgebenden geschmolzenen Metalls, das den festen Gasbildner enthält, erwärmt ist. Das Material kann in einer Kugelmühle behandelt werden um die gewünschte Mahlwirkung und dadurch bedingte Benetzung des Gasbildners mit dem geschmolzenen Metall zu erzielen. Der Ausdruck »Mahlen« wird in der Beschreibung und in den Patentansprüchen in seiner weitesten Bedeutung gebraucht, und er umfaßt jede Art von Reibewirkung unter bedeutendem Druck. Die Benetzung des festen Gasbildners mit dem geschmolzenen Metall kann auch auf andere Weise erfolgen, durch nachdrückliches Mischen, Mischen mit großer Geschwindigkeit u. dgl.

Der Umfang der Erfindung soll nicht durch irgendwelche theoretische Erwägungen eingeschränkt werden, aber die folgende Theorie scheint den tatsächlichen Verhältnissen zu entsprechen. Durch das Mahlen des gasbildenden festen Stoffes, z. B. eines Metallhydrids, in dem geschmolzenen Metall findet eine Benetzung des Hydrids durch das Schmelzmetall statt, wodurch das Hydrid ungefähr in der gleichen Weise dispergiert wird wie Pigment in Farbe.

Bei Erhitzung des Hydrids auf seine Zerfallstemperatur tritt eine hastige Bildung von Gas auf, die besonders schnell verläuft, wenn das Metall des Hydrids so beschaffen ist, daß es sich mit dem anderen Metall legiert; hierbei tritt eine scheinbare Erhöhung der Zähflüssigkeit auf, ähnlich wie sich die scheinbare Zähflüssigkeit von Sahne bei deren Schlägen erhöht. Diese scheinbare Erhöhung der Zähflüssigkeit ist dem eingeschlossenen Gas zuzuschreiben, das einen geschmolzenen Metallschaum erzeugt, der beim Abkühlen der feste Metallschaum gemäß der Erfindung wird.

Der geschmolzene Schaum kann in Formen gefüllt und in verschiedenartigen Gestalten gegossen werden, vorzugsweise wird der Schaum jedoch erst in der Form erzeugt. Platten aus Metallschaum können dadurch hergestellt werden, daß eine im voraus gemischte Masse aus benetztem Hydrid und geschmolzenem Metall auf ein in Bewegung befindliches erhitztes Band aufgebracht oder durch eine Folge von erhitzten Walzen hindurchgeführt wird, wodurch

Zersetzung des Hydrids und Bildung einer Schaumplatte erzielt wird, welche letztere dann zur Bildung der festen Metallschaumplatte gekühlt wird.

Der feste Metallschaum kann ganz verschiedene Eigenschaften bezüglich Festigkeit und scheinbarer Wichte haben, je nach dem verwendeten Metalltyp und der Größe und Anzahl der Gasblasen, die wiederum von der Menge des Gasbildners, der Zersetzungstemperatur und der Geschwindigkeit der Abkühlung des geschmolzenen Schaumes abhängen. Die Gasblasen oder -zellen können einen Durchmesser haben, der zwischen 1,6 mm oder weniger und 25,4 mm oder mehr liegt. Mit leichten Metallen ist es ohne weiteres möglich, scheinbare Wichten von weniger als Eins zu erzielen.

Die erfindungsgemäßen Metallschaumkörper sind besonders anwendbar für die Herstellung von Booten, Lebensrettungsgeräten und anderen festen Gegenständen mit geringerem Gewicht.

Die Erfindung wird in folgenden Beispielen näher erläutert.

### Beispiel I

Pulverförmiges  $TiH_2$  mit solcher Feinheit, daß der größte Teil des Pulvers durch ein Sieb mit linearer Maschenweite von 0,044 mm hindurchgeht, wurde einer geschmolzenen Legierung aus 80 Gewichtsprozent Aluminium und 20 Gewichtsprozent Magnesium bei einer Temperatur von 600° C zugesetzt, wobei ein Gemisch mit 10 Gewichtsprozent  $TiH_2$  gebildet wurde. Das pulverförmige  $TiH_2$  wurde mit Hilfe eines erhitzten Stahlstößels in die geschmolzene Legierung eingemahlen, und die Mischung wurde auf der Temperatur von 600° C gehalten. Hierdurch wurde ein geschmolzener Schaum gebildet der in eine Form gegossen wurde, um dort abzukühlen und zu erstarren. Das erhaltene Erzeugnis war ein Metallkörper mit geschlossenen Zellen, bestehend aus einer Dispersion von Wasserstoffblasen mit etwa 6 mm Durchmesser in einem festen Grundmetall von Aluminium-Magnesium-Legierung, die sehr kleine Teilchen von dispergiertem Titanmetall enthielt, welche an den Berührungsflächen mit der Aluminium-Magnesium-Legierung legiert waren.

### Beispiel II

60 g pulverisiertes Zirkoniumhydrid wurden in 60 g einer eutektischen Legierung von Magnesium und Zink mit niedrigem Schmelzpunkt von 341° C eingemahlen. Dieses Gemisch, das das gemahlene und benetzte Zirkoniumhydrid enthielt, durfte erkalten und erstarren. 5 g des Gemisches wurden darauf mit 50 g einer geschmolzenen Legierung aus 90% Aluminium und 10% Magnesium bei einer Temperatur von ungefähr 650° C gemischt. Das Gemisch schmolz unmittelbar und dispergierte sich schnell in der Aluminium-Magnesium-Legierung. Es erfolgte eine kräftige Wasserstoffentwicklung, wodurch ein geschmolzener Metallschaum gebildet wurde, der unmittelbar, ehe der Schaum zergehen konnte, zur Bildung eines festen Metallschaums abgekühlt wurde.

### Beispiel III

8% pulverförmiges Zirkoniumhydrid (95% gingen durch ein Sieb mit linearer Maschenweite von 0,044 mm hindurch) wurden in 92% geschmolzenes

Aluminium von hoher Reinheit 99,75%) bei 670° C eingemahlen. Die Mischung wurde auf dieser Temperatur gehalten, bis durch Zersetzung des Hydrids der größtmögliche Rauminhalt erreicht worden war (ungefähr 30 Sekunden), worauf Abschreckung erfolgte. Das Erzeugnis war ein fester Schaum mit einem durchschnittlichen Zellendurchmesser von 6,5 bis 9,5 mm.

Die vorstehenden Beispiele veranschaulichen die Herstellung von Metallkörpern mit einer scheinbaren Wichte von weniger als Eins. Solche Körper können mit Verwendung von Magnesium, Aluminium, Lithium oder Mischungen davon als Hauptbestandteil des Materials hergestellt werden. Andere Metalle oder größere Anteile anderer Metalle können zusammen mit den leichten Metallen oder statt dieser verwendet werden, um schwerere Metallschaumkörper herzustellen.

Das Verfahren kann mit verschiedenen Metallen ausgeführt werden, es hat sich jedoch besonders bewährt beim Einmahlen eines Schwermetallhydrids, z. B. Zirkoniumhydrid oder Titanhydrid, in eine geschmolzene eutektische Legierung von Magnesium und Aluminium (54,6 Gewichtsprozent Magnesium, 45,4 Gewichtsprozent Aluminium, Schmelzpunkt 463° C) bei einer Temperatur unter der Zerfallstemperatur des Hydrides, z. B. unter 600° C, und nachfolgender Mischung des geschmolzenen Materials mit geschmolzenem Aluminium bei einer Temperatur über der Zerfallstemperatur des Hydrides, z. B. 700° C, oder Abkühlung des Gemisches aus Eutektikum und Hydrid und dessen Zermahlen in feste Teilchen.

Gemäß Fig. 2 ist der Apparat 21 zum Mischen und Spritzpressen mit einer Schneckenschraube 22 zur Verschiebung des Gemisches zum einen Ende des Apparates hin versehen. Die Schraube 22 wird von einer Welle 23 angetrieben, die ihrerseits durch nicht gezeigte Antriebsmittel getrieben wird, die hinreichend weit von dem Apparat entfernt angebracht sind, um nicht überhitzt zu werden. Geschmolzenes Aluminium wird unter Druck durch das Rohr 24 in den Apparat eingeführt. Das Eutektikum und das Hydrid werden durch Rohre 28, 29 in eine zylindrische Mahlvorrichtung eingeführt. Die Mahlvorrichtung besteht aus einer Kammer 25, in die ein massiver Kern 26 mit Antriebswelle 27 eingepaßt ist. Der Kern 26 kann mit schmalen, schraubenförmigen Rillen zum Vorschub des Gemisches versehen sein. Der Kern 26 ist leicht kegelförmig, so daß der Zwischenraum zu der Wand der Kammer 25 an dem Ende nahe den Zufuhrrohren 28, 29 größer ist, während der Zwischenraum an dem der Spritzpreßvorrichtung zugewandten Ende sehr klein ist.

Sowohl das Eutektikum als auch das Hydrid können durch die Rohre 28 und 29 unter Druck zugeführt werden, wobei es sich um Schraubendruck bezüglich des Hydrides und um hydrostatischen Druck, Luftdruck oder Schraubendruck bezüglich des Eutektikums handeln kann; jede andere Vorrichtung zur Zufuhr unter bedeutendem Druck ist anwendbar. Wenn der umlaufende Kern gewellt oder mit einer schraubenförmigen Rille versehen ist, ist Druck jedoch nicht erforderlich. Das Eutektikum und das schaubildende Mittel werden gründlich gemischt und alsdann durch das Verbindungsrohr 30 in die Spritzpreßvorrichtung eingeführt, wo sie mit dem Hauptstrom von Aluminium gemischt werden. Die Tem-

peratur in der Spritzpreßvorrichtung ist höher als die des Gemisches aus Eutektikum und Schäummittel, wodurch Schaumbildung entweder während der Bewegung des Materials auf die Düse 31 der Spritzpreßvorrichtung zu tritt oder unmittelbar nach dem Verlassen der Spritzpreßvorrichtung entweder durch Druckentlastung oder Hilferhitzung, beispielsweise Widerstandserhitzung, Induktionserhitzung od. dgl. Die Temperatur in der Spritzpreßvorrichtung wird über dem Schmelzpunkt des Aluminiums gehalten, und die Temperatur des Hydridschaumbildnergemisches oberhalb des Schmelzpunktes des als Träger für das Hydrid verwendeten eutektischen oder Legierungsmaterials, aber bedeutend unter der Temperatur, bei der Schaumbildung mit dem speziell angewandten Schäummittel beginnt.

Für ein ununterbrochenes Verfahren zur Herstellung von Platten, Streifen od. dgl. aus einem im wesentlichen aus Aluminium bestehenden Schaum kann der Apparat gemäß Fig. 3 und 4 gebraucht werden.

Durch das Rohr 41 gemäß Fig. 3 wird der Maschine ein Strom von geschmolzenem Aluminium zugeführt, während diese mit Hilfe von hier nicht gezeigten Erhitzungsvorrichtungen auf einer Temperatur von 700° C gehalten wird. Eine Schnecke 42 wird über eine Welle 44 durch einen Antrieb 43 in Umlauf gesetzt. Die Welle ist hinreichend lang, um einer Überhitzung des Antriebs 43 durch die arbeitenden Teile vorzubeugen. Das durch das Rohr 41 zugeführte Aluminium wird mit einer Suspension von Titanhydrid und/oder Zirkoniumhydrid in einer Aluminium-Magnesium-Legierung, wie oben beschrieben, gemischt, es ist jedoch auch möglich, eine Suspension dieser Hydride in reinem Aluminium zu verwenden, dadurch, daß ein geeigneter Wasserstoffüberdruck (über 1,05 kg/cm<sup>2</sup>) während des Mischvorganges aufrechterhalten wird. Aus Zweckmäßigkeitsgründen verwendet man vorzugsweise eine Aluminium-Magnesium-Mischung mit einem Schmelzpunkt unter 600° C.

Das geschmolzene Gemisch aus Aluminium-Magnesium und Hydrid kann der Vorrichtung mit Hilfe eines Kolbens zugeführt oder hydrostatisch eingepreßt werden; vorzugsweise geschieht jedoch die Zufuhr mit Hilfe einer Hilfsschraube 45 aus einem Trichter 46. Die Schraube 45 wird durch eine von dem Antrieb 48 ausgehende Welle 47 angetrieben.

Zur Erzielung des Schäumens können zwei verschiedene Verfahren angewandt werden. Man kann den Antrieb unter hydrostatischem Druck in der Weise vornehmen, daß in der Maschine ein geeigneter Wasserstoffdruck von über 1,05 kg/cm<sup>2</sup> aufrechterhalten wird. In diesem Fall erfolgt so gut wie keine Schaumbildung innerhalb der Maschine; dagegen tritt die Schaumbildung ein, sobald das Gemisch aus der Maschine austritt und der Druck entlastet wird. An der Austrittsstelle kann eine Düse 49 mit der für den austretenden Schaum gewünschten Form angebracht sein. Der Schaum kann alsdann auf einem nicht gezeigten beweglichen Stahlband oder einer anderen Transportvorrichtung aufgefangen werden, und die Transportvorrichtung kann mit Regelungsmitteln versehen werden zur Aufrechterhaltung eines gewünschten Druckes oder einer gewünschten Temperatur im Hinblick auf die bestmögliche Kühlgeschwindigkeit für die im einzelnen Fall angewandte Legierung.

Bei der anderen Ausführungsform kann man bei niedrigerem Druck oder ohne Druck arbeiten und den Apparat bei der niedrigsten Temperatur betreiben, bei der noch keine Gefahr für ein Erstarren des Metalles irgendwo in der Anlage auftritt. Hierbei erfolgt ein gewisses anfängliches Schäumen in dem Metall, wodurch das Leitvermögen der Metallmasse so weit herabgesetzt wird, daß wirkungsvolle Induktionserhitzung ermöglicht wird. Das Metall, in dem die erste Schaumbildung stattfindet, geht durch die Düse 49 und durch eine in Fig. 4 gezeigte Induktionserhitzungsschlinge 50 ab. Hierdurch wird die Temperatur des Metalles soweit erhöht, daß kräftiges Schäumen auftritt, worauf der Schaum mit irgendwelchen geeigneten und bekannten Mitteln weitergeführt wird. Die gleiche Wirkung kann mit anderen Erhitzungsverfahren erzielt werden, z. B. mit elektrischer oder elektromagnetischer Erhitzung sowie Widerstandserhitzung.

#### Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Metallschaumkörpern, bei dem in ein geschmolzenes Metall ein Stoff, der in der Hitze unter Gasbildung zerfällt, intensiv eingemischt wird, durch Erhitzen der Mischung Metallschaum gebildet und durch Abkühlen der Metallschaumkörper hergestellt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die intensive Vermischung des geschmolzenen Metalls mit einem geeigneten gasbildenden Stoff in einem ersten Raum während so kurzer Zeit oder bei so hohem Druck oder bei so niedriger Temperatur vorgenommen wird, daß noch keine wesentliche Gasbildung auftritt, worauf die Mischung in eine zweite Anordnung übergeführt wird, in der durch entsprechende Verweildauer oder Druckerniedrigung oder Temperaturerhöhung die eigentliche Schaumbildung vor sich geht, wonach anschließend rasch gekühlt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man die intensive Einmischung und Erhitzung durchführt, während man das Metall und den in der Hitze zerfallenden Stoff unter Druck hält, um die Schaumbildung zu unterdrücken, wobei man den Druck dadurch aufhebt, daß man das bei der intensiven Vermischung erhaltene Produkt durch eine Öffnung in dem Raum, in dem der Druck herrscht, in einen Raum überführt, der von dem Druck entlastet ist.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß man zur kontinuierlichen Herstellung von Metallschaum in einer kontinuierlich geförderten Menge geschmolzenen

Metalls intensiv eine kontinuierlich geförderte Menge eines Stoffes einmischt, der bei Erhitzung zerfällt und Gas entwickelt, worauf man kontinuierlich die den in der Hitze zerfallenden Stoff enthaltende Mischung erhitzt, so daß dieser zersetzt wird, während er sich in dem geschmolzenen Metall befindet, zwecks Bildung eines kontinuierlich geförderten, geschmolzenen Metallschaumkörpers, wonach man den Metallschaumkörper kontinuierlich kühlt.

4. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man das geschmolzene Material in eine Schneckenpresse einführt, die mit einer rotierbaren Schneckenschraube versehen ist, wonach man das geschmolzene Metall intensiv mit einem Material vermischt, das in der Hitze zerfällt und Gas entwickelt, indem man die Schnecke zur Rotation bringt, so daß eine Mischung gebildet wird, und indem man die Mischung auspreßt, so daß sie aus der Schneckenpresse austritt, worauf man den zersetzbaren Stoff erhitzt, so daß er, während er in dem geschmolzenen Metall eingemischt ist, zersetzt wird, zwecks Bildung eines geschmolzenen Metallschaums, und daß man den geschmolzenen Metallschaum kühlt, so daß der Metallschaumkörper gebildet wird.

5. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man als in der Hitze zerfallenden Stoff ein Metallhydrid, vorzugsweise Titan- oder Zirkoniumhydrid, ein Metallkarbonat oder Metallsulfat verwendet.

6. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man als geschmolzenes Metall ein Leichtmetall wie Magnesium, Aluminium oder Lithium bzw. eine Legierung dieser Metalle verwendet.

7. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man den in der Hitze unter Gasbildung zerfallenden Stoff in eine erste Menge von geschmolzenem Metall bei einer unter der Zerfallstemperatur des Stoffes liegenden Temperatur intensiv einmischt, wonach diese Mischung in eine zweite Menge geschmolzenen Metalls mit einer Temperatur über der Zerfallstemperatur des Stoffes eingemischt und zur Schaumbildung gebracht wird.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschrift Nr. 93 182;  
USA.-Patentschriften Nr. 2 434 775, 2 553 016.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

